

⑫ 特許公報 (B2)

平4-32589

⑬ Int. Cl. 5

H 04 N 5/335

識別記号

府内整理番号

Q 8838-5C

⑭ 公告 平成4年(1992)5月29日

発明の数 1 (全7頁)

⑤ 発明の名称 電子スチルカメラ

② 特願 昭58-127577

⑥ 公開 昭60-20687

② 出願 昭58(1983)7月15日

③ 昭60(1985)2月1日

⑦ 発明者 高津 紀彦 東京都世田谷区南烏山3-22-16

⑧ 出願人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑨ 代理人 弁理士 佐藤 正年

審査官 藤原 英夫

⑩ 参考文献 特開 昭57-55672 (JP, A) 特開 昭58-13077 (JP, A)

特開 昭58-60882 (JP, A) 特開 昭58-6682 (JP, A)

特開 昭58-114580 (JP, A)

1

2

⑪ 特許請求の範囲

1 複数の画素に共通の信号出力線をもち、縦形オーバーフロードレインを備えるMOS型固体撮像素子と、この撮像素子の撮像面全域に同時に露光制御可能なシャッター手段と、前記撮像素子のP_{WELL}の電位を露光期間中に変化させて撮像素子出力信号にKNEE特性を与える制御手段とを備えたことを特徴とする電子スチルカメラ。

発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

本考案は、縦形オーバーフロードレインを備えたMOS型固体撮像素子を用いた電子スチルカメラに関するものである。更に詳しくは、本発明は、被写体輝度に対するダイナミックレンジの拡大が可能な外部シャッター付電子スチルカメラに関するものである。

〔発明の背景〕

固体撮像装置に於いて、ビデオ動作を行なう(1/60secで連続的に露光、読み出しを行なう)場合、被写体輝度に対するダイナミックレンジを拡大する、即ち、ハイラチチュード(高対応度)化する為に、撮像素子にKNEE特性を与える様駆動するものは、IT-CCD(Interline Transfer-CCD)、FT-CCD(Frame Transfer-CCD)では公知である。しかしMOS型でKNEE特性を与

えるものは、これまで提案されていない。これは、次のようなことに起因している。MOS型撮像素子は、周知のように、マトリックス状に配置された光電変換素子(フォトダイオード)に対して垂直スイッチングFET(電界効果トランジスタ)が1対1に設けられると共に、各列に対応して水平スイッチングFETが設けられ、FETを選択的にON・OFFさせることによって、各画素に蓄積された電荷を順次読み出す構成(同じ列の画素は共通の垂直信号線を通じて読み出される)となっている。即ち、MOS型撮像素子においては、CCD型撮像素子の用に全画素の電荷を同時に転送することはできず、ある画素の信号を読み出しているときには他の画素は電荷を蓄積している状態であり、比して、画素毎に露光している時点に違いが生じてしまう。このようにMOS型撮像素子では、撮像面全域を同時に露光制御できないため、露光期間中に光電変換特性を変更することは考えられていないのである。

また、最近固体撮像素子を用いて静止画像を例えばフロッピーディスク等の記録媒体に記録する電子スチルカメラが提案されているが、これに関してハイラチチュード化する為に、撮像素子にKNEE特性を与える様に駆動するものは提案されていない。

ここで、IT-CCD、FT-CCD、MOS型固体撮像素子を比較すると、歩留り、性能の点でMOS型が優れ、電子スチルカメラ用の撮像素子として好適であるが、より優れた静止画像を得る為には、撮像素子のハイラチチュード化が必要となつてくる。

〔本発明の目的〕

本発明は、縦形オーバーフロードレインを備えるMOS型固体撮像素子を撮像素子として用いる外部シャッター付電子スチルカメラに於いて、撮像素子からの映像出力信号にKNEE特性を持たせることによつて、被写体輝度に対するダイナミックレンジを拡大してハイラチチュード化することを目的とする。

〔本発明の概要〕

本発明は、MOS型固体撮像素子の縦形オーバーフロードレイン構造内のP_{WELL}の電位を露光期間中に変化させて撮像出力信号にKNEE特性を与える制御手段を設け、被写体輝度に対するダイナミックレンジを広くすることを技術的な特徴としている。

〔実施例の説明〕

第1図は本発明において使用されるMOS型固体撮像素子の一例を示す要部の構成断面図である。ここでは、受光部、垂直ゲート及び垂直信号線を横切る平面で切った時の素子の断面図を示しており、厚味方向（基板方向）にN⁺-P_{WELL}-n基板という縦形のトランジスタを構成する配置構造となつてゐる。受光部1は、そこに照射される光4を電荷に変え、蓄積する働きをする。垂直ゲート2は受光部1に蓄積された信号電荷を垂直信号線3に移す働きをする。前記縦方向のトランジスタを使ってMOS型固体撮像素子はオーバーフローする電荷をn基板に排出しているがこのような構造を縦形オーバーフロードレイン構造と称している。

第2図は、第1図において、一点鎖線a-a'の断面に対応する各部のポテンシヤル状態を示した図である。また、第3図、第4図は、P_{WELL}の電圧を変えた直後のポテンシヤル状態を示した図である。

第2図において、P_{WELL}のポテンシヤルV_{p1}は、垂直ゲート2の下でのポテンシヤルV_cより僅かに低くなつており、受光部1（ここはフォトダイ

オードが構成される）における蓄積可能な最大信号電荷量はQ_{m1}で表わされる。

ここで、P_{WELL}のポテンシヤルV_{p1}を、第3図に示すようにV_{p2}(V_{p1}>V_{p2})に変化させた場合、5 P_{WELL}上にはフォトダイオードが形成されている為に、P_{WELL}のポテンシヤルが変わつても、蓄積可能の信号電荷量はQ_{m1}のままであつても、n基板に流れず、受光部1に留まることとなる。

これに対して、P_{WELL}のポテンシヤルを、第4図に示すようにV_{p3}(V_{p1}<V_{p3})に変化させた場合は、受光部1に留まつていた信号電荷は、垂直ゲート2を通つて垂直信号源3側に流れ出す。この場合、この垂直信号線3上に捨てられた不要電荷は、読み出しの際の第1ライン目の走査の時に10 外部へ取り出されるが、この時は、垂直プランギング期間中なので、何んら画像に影響しない。

第4図に示すような条件の下では、受光部1で蓄積可能な最大信号電荷量は、Q_{m2}(Q_{m1}>Q_{m2})となる。

20 すなわち、MOS型固体撮像素子において、P_{WELL}に与える電圧を制御することによつて、蓄積可能の信号電荷量を変更することが可能となる。

次に蓄積可能な最大電荷量を時間的に変化させることで、撮像出力信号にKNEE特性が得られる事について説明する。

公知のIT-CCDにおいては、オーバーフローコントロールゲート(OFCG)に与える電圧を変える事により、最大電荷量が変わる。すなわち、30 第6図に示す露光時間とOFCG電圧V_{OFCG}の関係を示す線図において、時刻t₁までV_{OFCG}=V₁(0≤T≤t₁)、T₁からt₂までの間、V_{OFCG}=V₂(t₁≤T≤T₂)とした場合、OFCG、受光部(フォトダイオード)、トランスマニアゲート(TG)の部分のポテンシヤル状態は、V_{OFCG}=V₁の時が第7図、V_{OFCG}=V₂の時が第8図に示す通りとなる。

すなわち、V_{OFCG}=V₁(第7図)の時は、蓄積可能な最大信号電荷量はQ_{m2}と少ないが、V_{OFCG}=V₂(第8図)の時は、最大信号電荷量はQ_{m1}と大きくなる。40 第9図は光の強度に対しての受光部に蓄えられる電荷量と、露光時間t₂までの時間との関係を示す線図である。この図において、光の強度と信号電荷の発生とは比較関係にあるため、直線の傾きが光の強度に比較して示される。ここ

で、時刻 t_1 で発生する信号電荷量が Q_{m2} である、光の強度を I_0 とし、 $Q_{m1}=2Q_{m2}$ とする。この光の強度 I_0 より弱い光に関しては、 V_{OPCG} が時間的に変化しても影響を受けず、第9図に示すように信号電荷量は直線的に増加する。次に光の強度 I が、 $I_0 < I < 3I_0$ である場合について考えると、この強度 I においては、時刻 t_1 に達する以前の t_0 において、最初のポテンシヤル井戸が飽和してしまう。しかしながら、時刻 t_1 になると、ポテンシヤル井戸が大きくなるため、再び信号電荷は Q_{m1} に向かつて増加しはじめる。すなわち、 $I \leq 3I_0$ の光強度では、 $t_1 \sim t_2$ の時間で信号電荷量が Q_{m1} まで達しないが、 $I > 3I_0$ の光強度では飽和してしまう。

第10図は、これを縦軸に信号電荷量、横軸に光強度をとつて示した線図である。この図から明らかに、露光時間 t_2 の間ずっと、 $V_{OPCG}=V_2$ なる電圧にして、ポテンシヤル井戸を大きくした場合、 $I = 1.5I_0$ まで飽和してしまうのに対し、 V_{OPCG} の電圧を時間的に変える事により、 $I = 3I_0$ まで飽和しないようにでき、映像出力信号に対しKNEE特性を得ることができたことがわかる。

本発明に係る電子スチルカメラに用いられるMOS型固体撮像素子に関しては、 P_{WELL} の電圧 V_{PWELL} を、露光時間 t_2 内において、第5図に示すように変化させることにより、IT-CCDの場合と同様に信号電荷量と光強度の関係が、第10図に示されるKNEE特性になる。ここで、MOS型固体撮像素子の場合、余分な信号電荷を垂直信号線3に流すようにした点がIT-CCDと異なつている。

ここで第5図に示す P_{WELL} の電位 V_1 、 V_2 について考えると、第5図において、時刻 t_1 までは、 P_{WELL} 電位 V_1 (V_1 によって決定される最大電荷量 Q_{m2})が印加されており、 Q_{m2} の電荷量が通常光の信号電荷に対して使用される事がわかり、また、時刻 t_1 から t_2 の間は P_{WELL} 電位 V_2 (V_2 によって決定される最大電荷量 Q_{m1})が印加され、 $Q_{m1} - Q_{m2}$ の電荷量が高輝度物体側の信号電荷に対して使用される事がわかる。

従つて、 P_{WELL} 電位 V_1 を増大させると、通常光の信号電荷量が増えるために、結果として高輝度側を占める信号成分を減らし、また、逆に、 V_1 を減少させると通常光の信号電荷量が減り、結果

として、高輝度側の信号を強調することができる。

また、第5図においては、 $0 \sim t_1$ までの時間が通常光の露光時間となり、 $t_1 \sim t_2$ までの時間が高輝度光の露光時間であつて、 $t_1 \sim t_2$ までの時間を短かくした方が、より高輝度側の情報が得られ、よりダイナミックレンジを広げることができる。

本発明に係る電子スチルカメラにおいては、MOS型固体撮像素子の P_{WELL} 電位 V_1 を制御するための機構と、露光時間 t_2 を変える機構を備えることにより、撮影者に対し、より画像の自由度を与える。

第11図は、本発明に係る電子スチルカメラの全体の動作を示すタイミングチャートである。

まず、シャッターボタンを押すと、(a)に示す水平シフトレジスタ用のパルス ϕ_H がMOS型固体撮像素子に印加され、メカニカルシャッターが閉じた状態で不要電荷が排出される。

次に、(b)に示す垂直同期信号 VD に一致した(b)に示すシャッター開信号により、レンズシャッターが開き、受光部1に光が入り露光状態となる。その時、同時に P_{WELL} の電位 V_{PWELL} が(c)に示すように変化して、第1の状態(第4図の状態)とし、ポテンシヤル井戸の小さい状態で露光する。

そして所定の時間 t_1 の後(KNEE特性が変化する)、 P_{WELL} の電位を元の状態にもどし、第2の状態(第2図の状態)とし、ポテンシヤル井戸を大きくする。その後、シャッタースピードの時間 t_2 で(d)に示すシャッター閉信号により、レンズシャッターが閉じる。そして、この動作が終了後の最初の垂直同期信号に合せて、(e)に示すように映像信号が outputされる。この場合、メカニカルシャッターが開いている間に読み出しが成されていないため、スミアは生じず、また、レンズシャッター

を使う事により、全面素同時露光を可能としているため、全画素に同一のKNEE特性を得ることができる。

ところで、実際の電子カメラにおいては、シャッタースピードが変化してもKNEE特性が変化してはならない。そのため、シャッタースピード t_2 が変化しても常に $t_1/t_2 = \text{一定}$ に設定されなければならない。

第12図はこれを実現するための電気回路図である。この図において、 V_p は測定系から得られ

る光強度を対数圧縮した電圧であつて、コンパレータCP1及びコンパレータCP2の一方の入力端に印加されている。コンパレータCP1, CP2の他方の入力端には、それぞれ直流電圧V_BがスイッチSW1, SW2及び抵抗R₁, R₂、コンデンサCで構成される積分回路を介して印加される。

第13図は、スイッチSW1, SW2は閉じられた以後のコンデンサCの電圧変化V_{C1}, V_{C2}を示した線図である。コンパレータCP1からは、時間t₁の時点でパルスが生じ、またコンパレータCP2からは、時間t₂の時点でパルスが出力される。コンパレータCP1, CP2のそれぞれの条件式を(1)式、(2)式に示す。

$$V_p = V_B \{ 1 - \exp(-t_1 / R_1 C) \} \quad \dots \dots (1)$$

$$V_p = V_B \{ 1 - \exp(-t_2 / R_2 C) \} \quad \dots \dots (2)$$

(1)式、(2)式より、(3)式の関係が得られる。

$$V_B \{ 1 - \exp(-t_1 / R_1 C) \} = V_B \{ 1 - \exp(-t_2 / R_2 C) \}$$

$$\therefore \frac{t_1}{t_2} = \frac{R_1}{R_2} = \text{一定} \quad (V_p \text{に対し}) \quad \dots \dots (3)$$

(3)式から明らかなように、t₁/t₂の値が光強度を示す電圧V_pによらず一定値とすることができます。また、このt₁/t₂の値は、抵抗値R₁又はR₂を変えることによって変化させることができます。従つて、第12図に示す回路によって、シャッタータイムが変つても、KNEE特性を変えずに撮影することが可能となる。

なお、MOS型固体撮像素子のP_{WELL}に印加する電圧V_pは、露光時間に対して、第14図に示すように曲線的に変化する電圧信号でも良く、これによって、入射光強度に対して対数圧縮させた映像信号を得ることも可能である。

また、上記において、レンズシャッターを使用しているが、その理由は、MOS型固体撮像素子の各受光部に対して、同一時点での露光開始及び同一の露光時間を可能とするためであり、KNEE特性を得るうえで必要である。

第15図は本発明に係る電子スチルカメラの全体構成を示すプロック図であつて11はレンズ、12はレンズシャッタで絞りを兼ね、かつ結像面全域に同時に露光の開始及び終了の制御が可能である。13はシャッターライド回路、14は縦形オーパーフロードレインを備えるMOS型固体撮像素子、15は該MOS型固体撮像素子14を制御

する駆動回路、16は映像信号処理回路、17は記録信号処理回路、18は記録ヘッド移動機構、19は記録ヘッド移動用のDCモータでヘッド位置制御回路20により駆動制御される。21は記録ヘッド、22は磁気シート等の記録媒体、23は記録媒体を回転駆動する為のDCモータであつて回転数及び位相を制御する回転制御回路24によつて制御される。25はSPD等の測光素子で被写体の明るさに応じた信号を露光量演算用測光回路26に出力する。27は全てのタイミングを決定するタイミング信号発生手段、28は同期信号発生手段、29はKNEE特性変更手段で前記時間t₁とt₂の比等を連続的に変化させるものである。30はレリーズ釦に連動するレリーズスイッチである。31はMOS型固体撮像素子14のP_{WELL}電位を制御するP_{WELL}電圧制御回路である。

〔本発明の効果〕

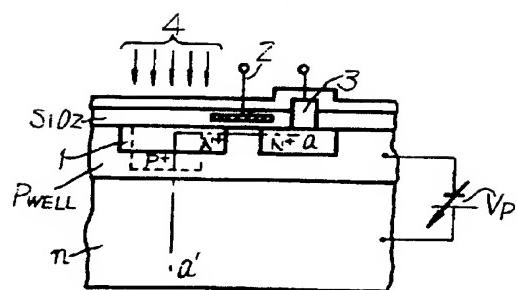
以上説明したように、本発明は、縦形オーパーフロードレイン構造のMOS型固体撮像素子の駆動と、この撮像素子の撮像面の全域に亘つて同時に露光制御可能なシャッターとによつて、撮像素子にKNEE特性を与えることができるようになしたもので、被写体輝度に対するダイナミックレンジを拡大することが可能な電子スチルカメラが実現できる。

図面の簡単な説明

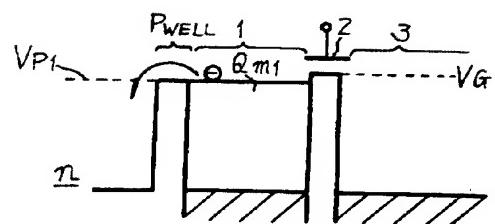
第1図はMOS型固体撮像素子の一例を示す要部の構成断面図、第2図～第4図は第1図におけるa-a'断面に対応するポテンシャル状態説明図、第5図はP_{WELL}電位と露光時間との関係を示す線図、第6図はIL-CCDにおいて、OFCG電圧と露光時間の関係を示す線図、第7図及び第8図はそのポテンシャル状態の説明図、第9図、第10図はKNEE特性に関する説明図、第11図は本発明に係る電子スチルカメラの動作を示すタイミングチャート、第12図はシャッタースピードが変化してもKNEE特性が変化しないようにするための電気回路図、第13図及び第14図は第12図の動作波形図、第15図は本発明に係る電子スチルカメラの全体構成を示すプロック図である。

1……受光部、2……垂直ゲート、3……垂直信号線、4……光。

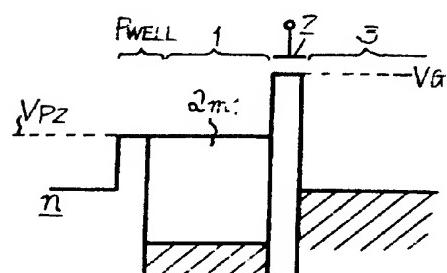
第1図



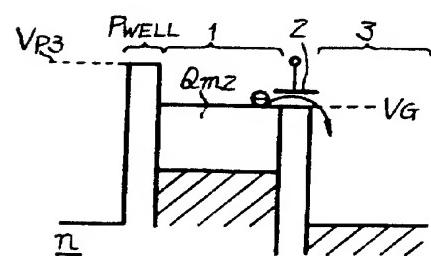
第2図



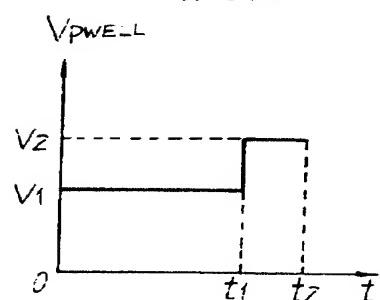
第3図



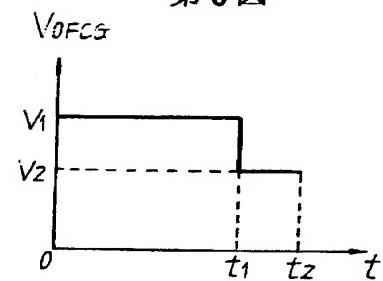
第4図



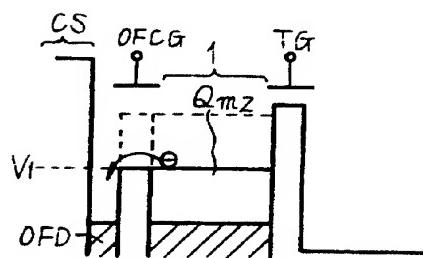
第5図



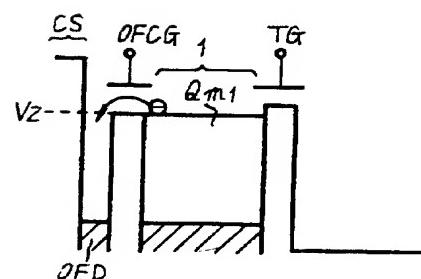
第6図



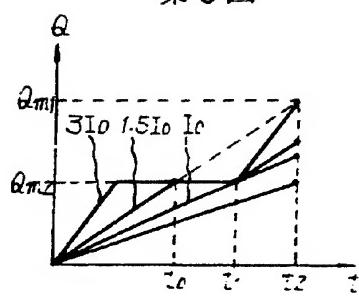
第7図



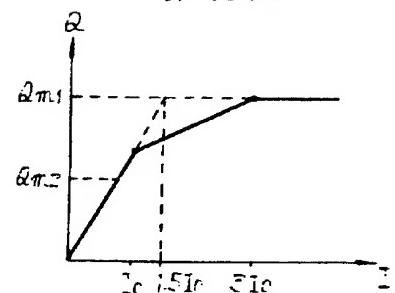
第8図



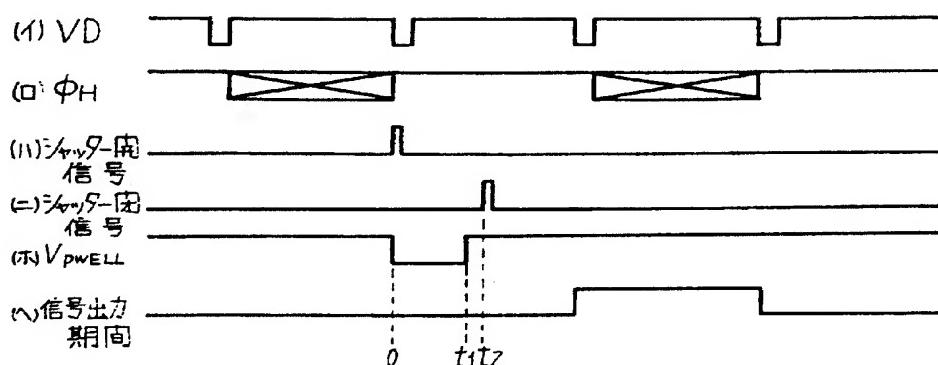
第9図



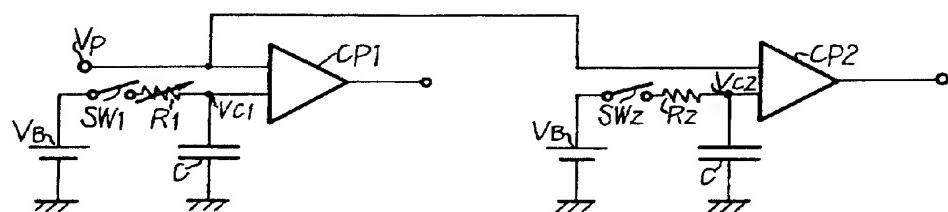
第10図



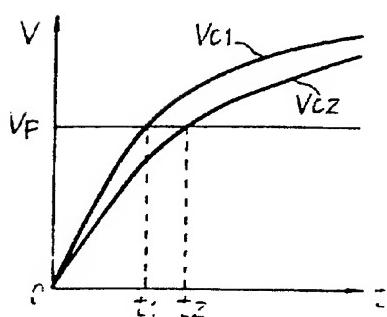
第11図



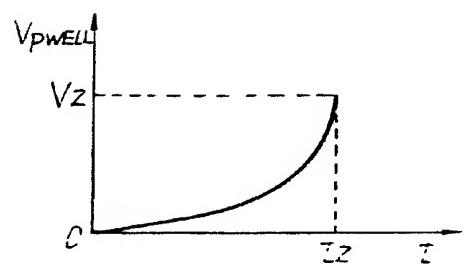
第12図



第13図



第14図



第 15 図

